

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-248286

(43)Date of publication of application : 14.09.1998

(51)Int.Cl.

H02P 5/00

G05B 11/36

G05B 13/02

(21)Application number : 09-050076

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 05.03.1997

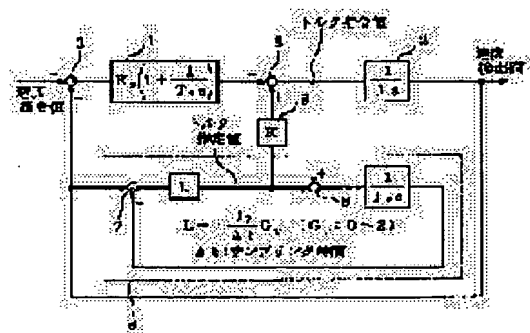
(72)Inventor : NISHIDA HIDEYUKI

(54) SPEED CONTROLLER FOR MOTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To allow swift response of speed control in a speed controller for a motor to a large-inertial machine system.

SOLUTION: The speed controller for the motor conducting closed-loop control so that the speed detecting value of the motor driving a machine system having large inertial is conformed to a speed command value bas a PI regulator 1 operated so that a deviation between the above-mentioned speed command value and the speed detecting value reaches zero, a torque estimating equipment 6 estimating the torque of the motor on the basis of the torque corresponding value of the motor and the above-mentioned speed detecting value, and an adder 5 adding an output from the PI regulator 1 and a value obtained by multiplying a torque estimate output from the torque estimating equipment 6 by k, and an output from the adder 5 is used as the torque command value of the motor. The parameter of the torque estimating equipment 6 is adjusted so that the moment of inertia of the machine system from the output from the PI regulator 1 is reduced apparently.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

09.08.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3582281

[Date of registration]

06.08.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-248286

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月14日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 2 P 5/00

H 0 2 P 5/00

X

G 0 5 B 11/36

G 0 5 B 11/36

5 0 3 C

13/02

13/02

C

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号

特願平9-50076

(22) 出願日

平成9年(1997) 3月5日

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 発明者 西田 英幸

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

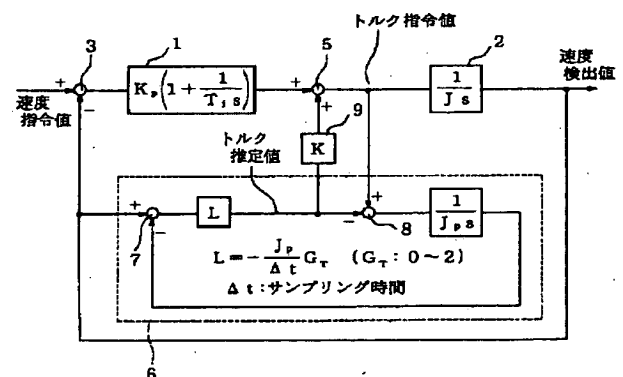
(74) 代理人 弁理士 森田 雄一

(54) 【発明の名称】 電動機速度制御装置

(57) 【要約】

【課題】 大慣性機械系に対する電動機速度制御装置において、速度制御の高速応答を可能にする。

【解決手段】 慣性の大きい機械系を駆動する電動機速度検出値を速度指令値に一致させるように閉ループ制御する電動機速度制御装置に関する。前記速度指令値と速度検出値との偏差を零にするように動作するP I調節器1と、電動機のトルク相当値と前記速度検出値とに基づき電動機のトルクを推定するトルク推定器6と、P I調節器1の出力とトルク推定器6から出力されるトルク推定値をK倍した値とを加算する加算器5とを備え、加算器5の出力を電動機のトルク指令値とする。P I調節器1の出力から見た機械系の慣性モーメントが見かけ上、小さくなるようにトルク推定器6のパラメータを調整する。



- 1: P I 調節器
- 2: 電動機・機械系
- 3, 5, 7, 8: 加算器
- 6: トルク推定器
- 9: 定数倍器

(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 慣性の大きい機械系を駆動する電動機
速度検出値を速度指令値に一致させるように閉ループ制
御する電動機速度制御装置において、
前記速度指令値と速度検出値との偏差を零にするよう
に動作するPI調節手段と、
電動機のトルク相当値と前記速度検出値とに基づいて電
動機のトルクを推定するトルク推定手段と、
前記PI調節手段の出力と、前記トルク推定手段から出
力されるトルク推定値を定数倍した値とを加算する加算
手段と、
を備え、前記加算手段の出力を電動機のトルク指令値と
すると共に、前記PI調節手段の出力から見た機械系の
慣性モーメントが見かけ上、小さくなるように前記トル
ク推定手段のパラメータを調整することを特徴とする電
動機速度制御装置。

【請求項2】 請求項1記載の電動機速度制御装置に
おいて、
見かけ上、小さくなった機械系の慣性モーメントに対
して、前記PI調節手段の出力から電動機速度検出値ま
でのゲイン特性に基づいて前記PI調節手段の積分時間
及び比例ゲインを調整することを特徴とする電動機速
度制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電動機トルクに比
べて慣性が非常に大きい機械系を駆動する電動機速度
制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、大慣性系に対する電動機速度制
御方法としては、主に次の二つが用いられている。

(1) 第1の方法は、電動機速度指令値と速度検出値
との偏差を入力とするPI調節器の出力をトルク指令値
とする速度制御方法であり、図4にそのブロック図を示
す。図4において、1は伝達関数が $K_p(1+1/Ts)$
で示されるPI調節器、2は $1/Js$ で示される
電動機・機械系、3は電動機速度指令値と速度検出値
との偏差を求める加算器である。なお、 K_p は比例ゲ
イン、 T_i は積分時間、 J は電動機と機械系の慣性モー
メントの和、 s はラプラス演算子である。

【0003】(2) 第2の方法は、電動機速度指令値
と速度検出値との偏差を入力とするPI調節器の出力
と、電動機速度指令値を入力とするD調節器（不完全
微分器）の出力との和をトルク指令値とする速度制御
方法であり、図5にそのブロック図を示す。すなわち、図
5に示すように、図4の構成に対して伝達関数が J_Ds
 $/(1+\sigma_Ds)$ で表される不完全微分器4と、その出
力をトルク指令値に加算する加算器5とが追加されてい
る。なお、 J_D は時定数、 σ_D は遅れ時間である。

【0004】

2

【発明が解決しようとする課題】機械系の慣性が非常に
大きく、電動機を定格トルクで運転して所定速度にまで
到達するまでの時間に換算した慣性モーメント J が10
秒程度以上である場合、従来の第1の制御方法では、電
動機駆動装置のトルク制御系の制約からPI調節器1の
比例ゲイン K_p を50～100倍程度までしか大きくで
きないため、速度制御応答は非常に悪くなる。通常、直
流電動機速度制御応答はオープンループのカットオフ
周波数 $\omega_c=K_p/J \sim 20$ [rad/s]、交流電動機
では $20 \sim 100$ [rad/s]であるのに対し、例え
ば機械系の慣性が $J=20$ 秒と非常に大きい場合には、
 $K_p=50$ 倍としても $\omega_c=2.5$ [rad/s]と非常
に悪くなってしまう。また、従来の第2の制御方法で
は、速度指令値に対する応答性は向上するが、外乱によ
る速度変動に対する応答性は第1の従来技術と何ら変わ
りはない。

【0005】そこで本発明は、これらの従来技術が有す
る問題点を解決し、高速応答が可能な電動機速度制御
装置を提供しようとするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するた
め、請求項1記載の発明は、慣性の大きい機械系を駆動
する電動機速度検出値を速度指令値に一致させるよう
に閉ループ制御する電動機速度制御装置において、前
記速度指令値と速度検出値との偏差を零にするように動
作するPI調節手段と、電動機のトルク相当値と前記速
度検出値とに基づいて電動機のトルクを推定するトルク
推定手段と、前記PI調節手段の出力と、前記トルク推
定手段から出力されるトルク推定値を定数倍した値とを
加算する加算手段とを備え、前記加算手段の出力を電動
機のトルク指令値とすると共に、前記PI調節手段の出
力から見た機械系の慣性モーメントが見かけ上、小さく
なるように前記トルク推定手段のパラメータを調整する
ものである。ここで、上述した電動機のトルク相当値
は、交流電動機ではトルク指令値、直流電動機ではトル
ク検出値とすることができる。

【0007】請求項2記載の発明は、請求項1記載の電
動機速度制御装置において、見かけ上、小さくなった
機械系の慣性モーメントに対して、前記PI調節手段の
出力から電動機速度検出値までのゲイン特性に基づい
て前記PI調節手段の積分時間及び比例ゲインを調整す
るものである。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、図に沿って本発明の実施形
態を説明する。まず、図1はこの実施形態を示す速度制
御系のブロック図であり、図4、図5と同一の構成要素
には同一番号を付してある。この実施形態は、大慣性機
械系を交流電動機により駆動する場合のものである。

【0009】図1において、電動機速度指令値と速度
検出値との偏差が加算器3により求められる。上記偏差

(3)

3

を入力とするPI調節器1の出力と、電動機のトルク指令値と速度検出値とを入力とするトルク推定器6の出力との和をトルク指令値とする速度制御系が、閉ループで構成されている。

【0010】トルク推定器6は、伝達関数 $1/J_p s$ を経た速度推定値と速度検出値との偏差を加算器7により求め、パラメータ L を介して出力されるトルク推定値を定数倍器9により K 倍して加算器5に入力する。また、加算器5から出力されるトルク指令値と前記トルク推定値との偏差が加算器8により算出され、この偏差が伝達関数 $1/J_p s$ に入力される。ここで、 J_p はトルク推定器時定数、 L は $L = -J_p \cdot G_T / \Delta t$ で表されるパラメータであって、 G_T は $0 \sim 2$ の範囲のトルク推定器ゲイン、 Δt はサンプリング時間である。また、定数倍器9の定数 K はできるだけ1に近い値とする。

【0011】図2は、図1の速度制御系においてPI調節器1の出力から速度検出値を見た場合の等価的なブロック図である。ここで、PI調節器1の出力から速度検出値を見た等価伝達関数 $G(s)$ は、数式1で表すことができる。

【0012】

【数1】 $G(s) = \{ (1 + \sigma s) / (1 + \alpha^{-1} \sigma s) \} (1 / \alpha J s)$

【0013】この実施形態では、トルク推定器6のパラメータ J_p をできるだけ小さくし、 L ($= -J_p \cdot G_T / \Delta t$) をできるだけ大きく (すなわち G_T をできるだけ大きく) することにより、数式2で示されるトルク推定値の遅れ時間 σ を小さくすると、 $\omega < \sigma^{-1}$ の周波数領域で機械系の慣性モーメントが数式3に示す α 倍だけ小さくなる。

【0014】

【数2】 $\sigma = \Delta t / G_T$

【0015】

【数3】 $\alpha = 1 - K (1 - J / J_p)$

【0016】例えば、速度制御系のサンプリング時間 Δt が5[msec]で機械系の慣性モーメントが $J = 20$ [sec]のとき、トルク推定器6の各パラメータを $J_p = 50$ [msec]、 $G_T = 1$ とし、 $K = 0.9$ としたときに $\alpha = 0.1$ となり、機械系の慣性モーメント20[sec]を見かけ上、0.1倍の2[sec]にすることができ、以上が、請求項1記載の発明の実施形態に相当する。

【0017】更に、請求項2記載の発明の実施形態とし

4

て、 α 倍小さくなった機械系の慣性モーメントに対しては、次のようにPI調節器1を調整する。PI調節器1の出力から速度検出値までのゲイン特性を書くと、図3のように周波数 (α / σ) のところでゲイン曲線が折れ曲がっている。この周波数 (α / σ) の $1/2$ の周波数を速度制御系のオープンループのカットオフ周波数とし、かつ、 $1/4$ の周波数の逆数をPI調節器1の積分時間とする。つまり、PI調節器1の比例ゲイン K_p を数式4、積分時間 T_i を数式5とする。

【0018】

【数4】 $K_p = \alpha^2 J / 2 \sigma$

【0019】

【数5】 $T_i = 4 \sigma / \alpha$

【0020】これにより、先の数値例によれば、 $K_p = 20$ 、 $T_i = 200$ [msec]となり、PI調節器1の比例ゲイン K_p をさほど大きくしなくても高速な応答を実現することができる。

【0021】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、従来の技術では困難であった大慣性機械系の高速応答速度制御を達成することができる。前述の例では、従来、オープンループのカットオフ周波数が2.5[rad/s]程度が限界であったものが、本発明では10[rad/s]まで応答が改善された。また、本発明によれば、時間に換算した J が3.3秒の大慣性機械系を見かけ上、1.0秒にまで小さくすることができ、オープンループのカットオフ周波数を5[rad/s]とした実績がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態を示す速度制御系のブロック図である。

【図2】図1の等価的なブロック図である。

【図3】図2のPI調節器の出力から速度検出値までのゲイン特性図である。

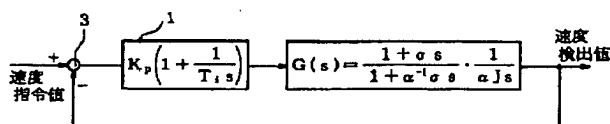
【図4】第1の従来技術を示すブロック図である。

【図5】第2の従来技術を示すブロック図である。

【符号の説明】

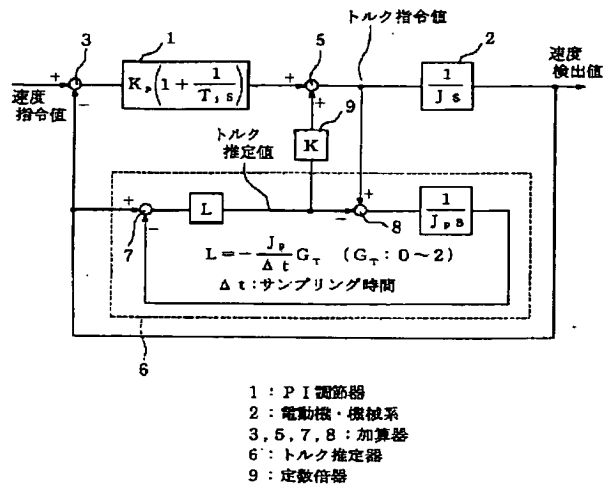
- 1 PI調節器
- 2 電動機・機械系
- 3, 5, 7, 8 加算器
- 4 不完全微分器
- 6 トルク推定器
- 9 定数倍器

【図2】

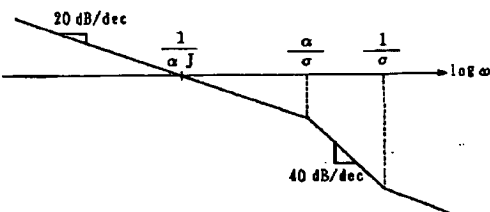


(4)

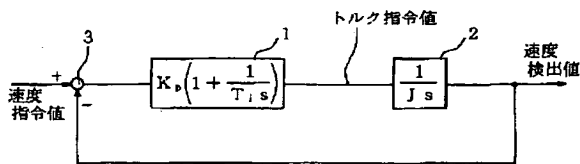
【図1】



【図3】



【図4】



【図5】

